JAXA's

［ジャクサス］ August 2014
宇宙航空研究開発機構機関誌

No.057

2014年6月20日に「だいち2号」が観測した富士山の画像

JAXA's No.057
宇宙航空研究開発機構機関誌

CONTENTS

INTRODUCTION

「だいち2号」の初観測画像が公開になりました。Lバンド合成開口レーダを搭載し、災害発生時の状況把握や森林伐採の監視、オホーツク海や極域の海氷観測などに貢献することが期待されています。観測画像の解説ページでその精度をご覧ください。そして皆さまお待ちかね、若田光一宇宙飛行士の地球帰還後初のインタビューをお届けします。クルーや地上管制局と密にコミュニケーションを取り、どのような成果を挙げたのか、約6カ月の長期滞在を振り返りました。さて、千葉県の幕張メッセで「宇宙博2014—NASA・JAXAの挑戦」が開催中です。JAXAの展示ブースには「きぼう」日本実験棟の実物大モデルや、小惑星探査機「はやぶさ」が持ち帰ったイトカワの微粒子などが展示され、日本の宇宙開発の最前線に触れることができます。本誌8〜11ページで展示の様子をご紹介していますので見学の参考にしていただき、ご来場をお待ちしております。

JAXA'sでは、
JAXAが取り組む3つの分野での活動をご紹介しています。
1 安心・安全な社会を目指す「安全保障・防災」
2 宇宙技術を通して日本の産業に貢献する「産業振興」
3 宇宙の謎や人類の活動領域の拡大に挑む「フロンティアへの挑戦」です。

「だいち2号」初画像を公開!

2014年5月24日に打ち上げられた陸域観測技術衛星2号「だいち2号」から、初の観測画像が届きました。Lバンド合成開口レーダ(PALSAR-2※)により、前号機の「だいち」と比べ、より精密に地表の様子を捉えることが可能になりました。一般利用者への提供は11月下旬を予定しています。

富士山

(A)は表紙に掲載した富士山周辺の画像です。2014年6月20日22時56分ごろに、PALSAR-2の高分解能モード(約3m分解能)によって得られました。観測から得られた偏波のデータを用いて疑似的にカラー化されており、大まかに緑色が植生、明るい紫色や黄緑色が市街地、暗い紫は裸地を表しています。(B)は、この画像の富士山頂付近を拡大したもので、(C)の「だいち」搭載のPALSARの画像と比較すると、富士山頂につながる道路や火口の様子がよく分かります。

伊豆大島

2014年6月19日午前11時43分ごろに、PALSAR-2の高分解能モードで得られた伊豆大島周辺の画像を拡大し、「だいち」で得た標高データを用いて鳥瞰図表示しました(擬似的にカラー化)。2013年10月の台風26号の大雨による大規模な土砂崩れの跡は、約8カ月経過した後でも見ることができ(点線の中の暗く見える場所)、まだ植生が回復していないと考えられます。

西之島

右は、2014年6月20日22時54分ごろ、PALSAR-2の高分解能モードで得られた西之島周辺の画像です。同年2月4日に航空機に搭載したLバンド合成開口レーダ(Pi-SAR-L2)で観測した画像(左)と比較すると、約4カ月半で島の面積が拡大していることが分かります。この観測が行われたのは夜間ですが、「だいち2号」は昼夜や天候にかかわらず、噴煙も透過して地表の観測が可能です。

※PALSAR-2は、地殻変動や地球環境の監視に適したLバンドの周波数を用いた衛星搭載の合成開口レーダとしては世界唯一のもので、昼夜や天候によらず地表の画像を取得することができます。

若田宇宙飛行士インタビュー

「チームの信頼を得て、一体となって仕事ができた」

国際宇宙ステーション(ISS)での188日間の長期滞在を無事に終えた若田光一宇宙飛行士。植物実験から小型衛星放出まで数々の宇宙実験や、ロボットアームを操作して補給船の把持・係留作業、船外活動のサポート、そして船長としてクルーの指揮を執るなど、多くの成果を挙げました。インタビューを通じてミッションを振り返ります。

聞き手:寺門和夫(科学ジャーナリスト) 画像:JAXA/NASA

「きぼう」日本実験棟の船内実験室に勢ぞろいした第39次長期滞在クルー

効率的な運用体制と高水準の健康管理を実現したISS

――今回の長期滞在の率直な感想を聞かせてください。

若田　約6カ月にわたった宇宙滞在で、クルーのみんな、筑波宇宙センターをはじめ世界各国の地上管制局の仲間と力を合わせてチームとして良い仕事ができ、任務を全うできたことを本当にうれしく思っています。このミッションの成功のために協力してくださった全ての方々に心から感謝します。

――前回の長期滞在と違ったところはありましたか。

若田　2009年の長期滞在では、「きぼう」日本実験棟の最終組み立てに参加しました。宇宙滞在が3人体制から6人体制に移る期間でした。ISSはまだ組み立て途中で、6人体制はそれから約5年にわたって運用され、軌道上のクルーも各国の地上管制局も、6人のクルーリソースを効率的に活用した運用を進めていくためのノウハウを確立できているという印象を持ちました。

――体調はいかがでしたか。

若田　運動も規則正しくできましたし、睡眠も十分取れました。宇宙日本食をはじめ、栄養価が高くバランスの良い食事ができ、健康な状態を維持したまま半年間過ごすことができました。医学運用のスタッフが健康管理に関しても事細かく気を配ってくださったおかげです。

運動に関しては前回と違う運動処方を使いました。半年間の宇宙滞在中、筋肉を鍛える運動やランニングなどの有酸素運動時にもより高い負荷をかけ、時間的により効率的な運動処方の効果を調べる実験に被験者として参加したのですが、これが非常に効果的だったのではないかと思います。

宇宙から帰還した後の、特にふくらはぎなど下半身の筋肉の疲労感は5年前の長期滞在後よりかなり少なかった。軌道上の運動機器にしても、それらを使用した運動処方にしても、宇宙飛行士の体力維持を含めた健康管理のための運用手法が着実に向上していることを実感しています。

――12月の船外活動の際には、若田さんが船外に出るのではと期待しましたが。

若田　今回は船外活動を担当できると思っていましたので、非常に残念でした。私に与えられた任務はロボットアームの操縦による船外活動の支援でした。複雑な作業も伴うものでしたが、過去の宇宙飛行での経験もあり、NASA側も安心して作業を任せてくれたのだと思います。地上管制局が素晴らしい手順書を作ってくれましたし、星出彰彦宇宙飛行士がヒューストンから、宇宙と交信するCAPCOM役としてロボットアームの操縦を支援してくれました。2日間にわたる船外活動は、アンモニアを使った冷却システムのコアとなるポンプモジュールという部品が不具合を起こし、それを交換する作業でした。ISSの非常に重要なシステムの交換作業に、地上と軌道上で日本人宇宙飛行士が一緒に仕事ができたことをうれしく思っています。

週末の夕食やトラブル対応を通じコミュニケーションを保つ

――船長としての仕事はどうでしたか。

若田　軌道上での作業スケジュール調整からクルーの安全、健康管理、士気の維持に至るまで、地上管制局と調整していくのは船長の仕事です。あらかじめ計画された緊急事態対処訓練や、実際には誤報であった数回の煙(火災発生)探知機作動時の対処とヒューストンの地上管制局との連絡におけるクルー側の指揮、地上管制局との定例連絡会議などの仕事以外では、地上との調整業務が頻繁にありました。

――若田さんが船長に就任してから、アメリカの民間無人輸送船「ドラゴン」の打ち上げが延期になったり、船外活動が急に必要になったりして、かなり調整が大変だったのではないですか。

若田　スケジュールに変更があるときに気を付けなくてはいけないのは、クルーの士気を維持することです。作業負荷が少し高い方が落ち着くクルーもいれば、休みをきちんととりたいクルーもいます。みんなの状況を見て、それぞれの負荷が高くなり過ぎないようにすると同時に、運用計画上必要な仕事をタイムリーにこなしていかなければなりません。そういった相反する状況をまとめながら、地上管制局側と調整していくのは、結構大変でしたね。

――そういったときに、何が一番重要だと感じましたか。

若田　コミュニケーションです。クルーや地上管制局とのコミュニケーションは、ミッション成功のために欠かせません。クルー間の円滑なコミュニケーションを図るには、食事の時間は非常に重要です。5年前の長期滞在飛行時はクルー全員が毎日3食一緒に食べることが多かったのですが、今回は早い時間に夕食を食べたい米国のクルーと、遅くに食べたいロシアのクルーがいました。食事の時間を無理に合わせようとすると、それが精神的な負荷になってしまう。そこで、食事時間に関しては何度か試行した結果、6人そろって一緒に食事をするのは金曜と土曜の夕食だけにして、あとはロシアの居住棟と米国のユニティ・モジュールの食卓でそれぞれ3人ずつで食べることにしました。また、通常の軌道上作業では一緒に仕事をする機会が少ないロシアクルーとのコミュニケーションをしっかり保つために、例えばロシアのモジュールのIT機器がトラブルを起こしたときに、私が率先してロシアモジュールに行って対応しました。自分の作業負荷は多くなりましたが、チームの一体感を維持でき、各クルーとの信頼関係も向上させることができたのではないかと思います。

筑波やヒューストンなどの運用管制チームの皆さんとの定期的なテレビ会議や頻繁な電話連絡などのコミュニケーションの機会も、ISS運用を一緒に行うチームとしての一体感を維持し、運用全体をよりスムーズに進めていくために大変役立ちました。

――「和の心のリーダーシップ」の手応えはあったでしょうか。

若田　はい。信頼関係を維持するというのは非常に重要で、そのためには、やはり常にコミュニケーションをとり、ハーモニー(調和)を維持するということが重要だと思いました。チームの仲間がこのフライトで何を実現したいのかをくみ取って、そのための支援をすることで、こちらに対する信頼感が強くなったのを感じましたね。

――ISS計画の今後についてどのようにお考えですか。

若田　ISSは、科学技術分野で人類史上最大規模の国際協力プロジェクトであり、世界中の人々の暮らしを豊かにする技術や医療の発達を促し、若い世代の夢を育て、さらに平和な世界を実現するためにも貢献しています。有人宇宙活動の究極的な目的は人類の種としての存続のための危機管理といえるでしょう。価値あるISS運用の成果を着実に積み重ね、地球低軌道以遠への国際協力の下での宇宙探査計画を進めていくことにおいても、日本が果たすべき役割、そして世界各国からの日本への信頼と期待はさらに大きくなっています。有人宇宙活動において日本がより重要な役割を果たしていけるよう、これまでの経験を生かして宇宙飛行の現場で引き続き努力していきたいと思います。

来年は油井亀美也宇宙飛行士が長期滞在を行い、大西卓哉宇宙飛行士も続きます。金井宣茂宇宙飛行士もいつ宇宙に飛び立ってもいい準備ができています。彼らが活躍しやすい環境を整えるために、さらに日本から第2、第3のISS船長が誕生するよう、私もJAXA宇宙飛行士の活動を支援していきたいと思います。

左:シロイヌナズナを用いて重力を感じて反応する仕組みを探る植物実験
中央:ISSのロボットアームを操縦し、船外活動をサポート
右:筋肉を伸ばそうとする方向と反対の方向に収縮するように電気刺激を与え、短時間で効率の良い筋肉トレーニングを行うHybrid Training実験

ロシアのサービスモジュールで一緒に食事

フロンティアへの挑戦
産業振興
安全保障防災

新事業促進センターの取り組み

冷却ベストから塗る断熱材まで宇宙技術で実現します。

2014年4月、JAXAは「新事業促進センター」を設置しました。社会的ニーズの把握に努め、新たな事業の提案を積極的に行うことで宇宙航空産業の裾野拡大や新しいビジネスの創出を目指します。宇宙技術を利用して新商品を作れないか、漁業資源管理のために衛星を使えないかなど、外部から寄せられるビジネスのアイデアをどのように形にしていくのか、その取り組みをご紹介します。

聞き手：寺門和夫（科学ジャーナリスト）

新たなビジネスのために宇宙航空技術を積極提案

――2014年4月に新事業促進センターがスタートしました。

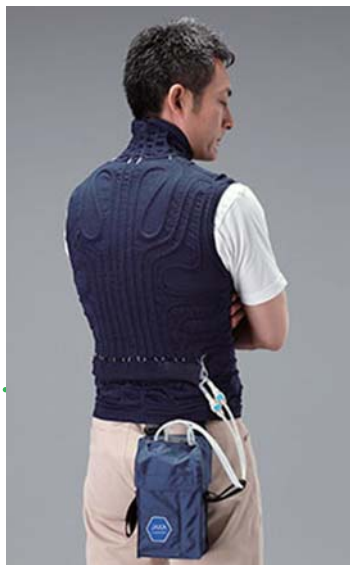
小川　JAXAの技術を産業振興に役立てることは、今のJAXAの大きな役割となっています。昨年度、民間の宇宙活用などにおいて、要請に対応し相談や支援を行う体制として新事業促進室を作りました。すると、宇宙航空技術を使って何かできないかといった問い合わせを含め、相談が100件ほどあり、実際に連携の契約を結んだものが18件ありました。そこで、すでにあった産業連携センターに新事業促進室の機能を加え、今年度から新事業促進センターを発足させたわけです。

――新事業促進センターの役割を紹介してください。

小川　大きく4つあります。第1は、宇宙産業の競争力強化、第2は産業の裾野拡大などに資する事業で、これらは産業連携センターのときからの業務になります。第3は外部からの要請事項への対応で、これが新事業促進室で行っていた業務です。第4が新たな事業の提案・推進です。企業の方々に積極的に働きかけ、新たなビジネスの創出やこれまでにない産業振興施策に取り組んでいきたいと思っています。

――昨年度、問い合わせが100件ほどあったということですが、企業も宇宙航空技術に興味を持っているということでしょうか。

小川　そうですね。新たな事業の可能性を感じていらっしゃるようですが、何をどうしたらいいか分からないという方もいらっしゃいました。

二俣　今まで宇宙に関係なかった企業からも多くの問い合わせをいただいています。反響はあったと思います。

――JAXAには産業につながる技術がたくさんあるはずですが、それが外部からは分かりづらいところがありましたね。

二俣　その通りです。技術はあるけれども、それがビジネスに使えるような形で見せられていなかったし、宇宙航空の技術と実際の事業との間に大きなギャップがあったと思います。

技術を渡すだけでなく実際に使われるまでサポート

――新事業促進センターが活動領域を広げていくために、どんな方法をとっていますか。

小川　これまで地方の自治体や企業を訪問して技術を紹介するといった活動を地道にやってきましたが、現在はさらに、銀行、証券会社、広告代理店、他の独立行政法人などともネットワークを築きつつあります。こうした多次元のネットワークが構築されてくると、新しいアイデアも出てくるでしょうし、それを事業化する際の資金調達や市場開拓の課題解決も可能になると思います。新しい宇宙利用ビジネスが生まれてくると期待しています。

青柳　JAXAが新たに社会の中に活動の場を作り、その場を企業に提供することで、宇宙技術の事業化を促進していきたいと考えています。そのときに大事なのは、出口を見据え、アウトカムを考えて、企業と協力して進めていくことです。エンドユーザーを見つけ、エンドユーザーからの声がさらに新たなニーズになって返ってくることが重要だと思っています。

――これまでとは、別の発想が必要ですね。

小川　JAXAは技術移転の事業をずいぶんしてきましたが、最終的にビジネスモデルを作るところまでは関わってきませんでした。これからは、技術を提供するだけでなく、事業化するところまで、最後まできっちり見据えていこうと考えています。

――一件一件の取り組みがとても大事ですね。

二俣　われわれの技術を単に企業にライセンスすればよいのではなく、その技術が実際に広く社会で使われたり、商品になって継続的な事業として認知されなければ、成果として数えてはいけないのではないかと、私自身は考えています。

――宇宙技術が商品化された最近の例としては、「冷却ベスト」がありますね。（6ページ画像）

二俣　もともとJAXAでは宇宙服用の冷却下着を研究していたのですが、民生用にも使えるのではないかと考え、「JAXAオープンラボ公募」という制度を使って商品化を考えたのです。今年、販売にこぎつけることができたのですが、私たちとしては、最初に製造したものが売れてしまえば終わりとは考えていません。新しい販路も考え、宇宙技術が社会に役立った例として世の中に定着し、ずっと使われるようにしていきたいと思います。

――例えば、企業が国際宇宙ステーションの「きぼう」日本実験棟を使うこともできますか。

青柳　もちろんできます。私たちが行う産業競争力強化のための宇宙実証支援の方策の一つとして、「きぼう」を有償利用することもあります。

――「きぼう」では超小型衛星の放出も行っています。これも企業で使えますか。

小川　今まではビジネス目的は禁止でしたが、有償で利用できるようにしましたので、どんどん使っていただこうと思っています。

青柳　「きぼう」の船外実験プラットフォームの利用も、もし要望があれば、JAXA内で調整して可能な限り実現していきたいと思います。

――宇宙航空技術を使った商品の開発から、「きぼう」での実証実験まで相談に乗ってくれるわけですね。〝産業に開かれたJAXA〟というのが、キーワードになりそうですね。

小川　超小型衛星の打ち上げを有償化したときに、企業の方から「JAXAは大きく変わった」「産業化に一歩踏み出しました」と歓迎していただきました。これからも、いろいろな相談に積極的に関わっていきたいと思います。

■冷却ベスト
備え付けのタンク内で冷却された水が、ベストに張りめぐらされたチューブを循環する。熱中症対策に効果が期待され、消防分野や屋外での警備、溶接作業現場など、幅広い分野での用途が考えられる。

「JAXA COSMODE」は、宇宙の魅力を地上の生活へ届けるための「ブランド」。JAXAが保有する技術や画像、企業とJAXAのコラボレーションなどから生まれた商品を通じて日々の生活に宇宙の魅力を提供していく。

■塗る断熱材（GAINA）
ロケット先端部のフェアリング用に開発した断熱材技術を利用。軽量で熱制御性に優れ、かつ優れた施工性を有している。

■無停電電源装置（UPS-J）
JAXAの電圧均等化制御技術により開発された、長時間電力バックアップが可能な無停電電源装置。

こんなときにはこんな制度

施設・衛星画像・映像を使いたい
→ **「施設設備供用」**
風洞などの試験設備を利用できます。
http://aerospacebiz.jaxa.jp/jp/guide/guide04.html
→ **「JAXAデジタルアーカイブス」ほか**
人工衛星、ロケットの画像を利用できます。
http://aerospacebiz.jaxa.jp/jp/guide/guide07.html

小型衛星を開発して打ち上げたい
→ **「相乗り小型衛星」**
衛星打ち上げ時のH-ⅡAロケットの余剰能力を利用し、企業や大学が開発した小型衛星が相乗りできる制度。宇宙開発利用の裾野拡大や、宇宙開発を担う人材育成のための取り組みです。
http://aerospacebiz.jaxa.jp/jp/guide/guide02.html

JAXAの技術で新製品を開発したい
→ **「知的財産利用」**
JAXAが保有する特許・画像・映像を利用し、広く一般の産業界で活用し生活の向上に役立てていただくための制度です。
http://aerospacebiz.jaxa.jp/jp/guide/guide03.html
→ **「JAXAオープンラボ公募」**

新たなビジネスを創りたい
→ **「JAXAオープンラボ公募」**
JAXAと企業・大学などが連携協力し、技術・アイデア・知見などを結集して、新しいビジネスを生み出す枠組みです。
http://aerospacebiz.jaxa.jp/jp/guide/guide01.html

小川眞司（中央）
OGAWA Shinji
新事業促進センター
センター長

青柳 孝（左）
AOYAGI Takashi
新事業促進センター
産業促進グループ　グループ長

二俣亮介（右）
FUTAMATA Ryosuke
新事業促進センター
新事業グループ　グループ長

●新事業促進センターのサイトはこちら　http://aerospacebiz.jaxa.jp/jp/

「宇宙博2014」へようこそ！

国内最大級の宇宙イベント「宇宙博2014—NASA・JAXAの挑戦」が幕張メッセで開催中です。広大なフロアには、アポロ計画で使用された月着陸船や、火星探査機「キュリオシティ」、そして「きぼう」日本実験棟の実物大モデル、「はやぶさ」が持ち帰った小惑星イトカワのサンプル（実物）など約500点が展示されています。これから足を運ぼうという方のために、ほんの一部ですが見どころをご紹介。宇宙へ憧れた「アポロ世代」から、宇宙を身近に感じる「はやぶさ世代」まで、多くの方々に最高の宇宙体験をお届けします。

人類史上最大のアポロ計画

1969年7月20日、月面に人類の第一歩が記され、その後、1972年のアポロ17号まで6機が打ち上げられました。月着陸船の乗員室や「アポロ17号」の司令船は実物大モデル、司令船の上に広げられたパラシュートは、「アポロ17号」が太平洋に着水したときに使われた実物です。

「アポロ17号」司令船とパラシュート

月着陸船の乗員室

「きぼう」日本実験棟

60億kmを旅した「はやぶさ」と「イトカワ」のかけら

世界で初めて小惑星からのサンプルリターンを成し遂げた「はやぶさ」。探査機の実物大モデルや、小惑星「イトカワ」の微粒子の実物を展示（微粒子は8/31までの期間限定展示）。約60億km、7年間の旅の成果をご覧ください。

「イトカワ」の微粒子は顕微鏡で観察

「はやぶさ」

「アトランティス」

最後のスペースシャトル

NASAが開発した世界初の再使用型宇宙機スペースシャトルは、国際宇宙ステーションの構成要素や補給品の運搬、軌道上での宇宙実験などに活躍しました。ミッションの最後を飾った「アトランティス」の先頭部分の実物大モデルは、キャビン部分だけでも幅5.9m、奥行き9m、高さ4.6mの大迫力です。

地上400km上空に浮かぶ実験室

国際宇宙ステーションの中で最大の実験設備である「きぼう」日本実験棟。船内実験室は長さ11.2m、直径4.4mで、内部は1気圧に保たれています。実験ラックやケーブル、ビスなど細部まで精巧に再現された実物大モデルは室内に入ることができるので、宇宙の仕事場を体感してみましょう。

7月18日の開会式でテープカットに臨むJAXA奥村理事長（一番右）と古川宇宙飛行士（一番左）

「IKAROS」

「LE-7A」エンジン

月・惑星探査ローバ

「かぐや」

月の隕石

太陽の力で進む宇宙のヨット

小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」は、超薄膜の帆を広げて太陽光圧を受けて進む宇宙船です。2010年に打ち上げられ、セイルによる加速や軌道制御などのミッションを世界で初めて実証しました。展示されているセイルの実物は1辺が約14mの正方形で、膜は7.5μm（髪の毛の太さの1/10）という薄さです。

日本の宇宙開発の足跡

糸川英夫博士によってペンシルロケットの発射実験が行われてから半世紀、日本の宇宙開発は目覚ましい発展を遂げ、国産ロケットで地球観測衛星や探査機を打ち上げ、宇宙に実験室を建てるまでになりました。実物資料などを交えて宇宙開発の歴史をたどります。

ペンシルロケット

月誕生のナゾに迫る

アポロ計画以来最大規模の月探査と注目された月周回衛星「かぐや」のミッションを模型とともにご紹介。また将来の月探査に向けて研究が進む探査ローバや、月の隕石（国立極地研究所所蔵）も必見です。

火星に生命の存在を探る

2012年の火星着陸から2年目を迎える「キュリオシティ」。土や岩石のサンプルの解析から、かつて生物が生息可能な環境だったことや、過去の河床の跡などを発見し、現在も探査を続けています。NASA製作実物大モデル機は、米国外で初めての展示となります。

宇宙へ導くロケットエンジン

日本の主力ロケットであるH-ⅡA、H-ⅡBロケットを支える第1段エンジン「LE-7A」と、1990年代にH-Ⅱロケットの打ち上げを支えた「LE-7」の実物を展示。H-ⅡBロケットでは「LE-7A」を2台使用し、宇宙ステーション補給機「こうのとり」の打ち上げが可能になりました。

「キュリオシティ」

開催期間
7月19日（土）～ 9月23日（火）
※会期中無休
9時30分～ 17時
（入場は閉場の30分前まで）

会場
幕張メッセ国際展示場
10・11ホール

ウェブサイト
http://www.space-expo2014.jp/

月の裏側で探る月誕生の舞台裏

**月周回衛星「かぐや」のミッションが終了して5年。
各観測機器のデータは「かぐや」データアーカイブに登録され、広く公開されている。
これまでは国内の研究者が使うことが多かったが、海外の研究者も使い始め、
興味深い論文が次々と発表されている。「かぐや」の観測データをもとに研究を進める
大竹真紀子助教に、月のサイエンスの最前線について話を聞いた。**

聞き手：寺門和夫（科学ジャーナリスト）

フロンティアへの挑戦　産業振興　安全保障 防災

大竹真紀子
OHTAKE Makiko
宇宙科学研究所
太陽系科学研究系　助教

——大竹さんは、なぜ月に興味を持ったのですか。

大竹　私は学生時代に地球の研究をしていました。最初の大陸はどうやってできたのかといったことに興味があり、地球で一番、二番を争う古い岩石を調べたりしていました。しかし、地球ではプレートの移動や火山活動などがあって、地球や月ができた直後のような古い時代の情報はなくなってしまいます。それで、古い時代の岩石がそのまま残る月に興味を持つようになりました。月の地殻がどうやって形成されたのかを知るために研究を続けてきましたが、「かぐや」でそのためのデータが得られるようになったので、今は必死で頑張っているところです。

——これまでの研究でどんなことが分かりましたか。

大竹　2012年に論文で発表したのですが、「月は形成した直後に冷え固まるときに、地球に影響されていたのではないか」ということが分かりました。ゆくゆくは地球の成り立ちについても知りたいと考えているので、月の古い時代の進化に地球が関係していることが分かったのは、とても感慨深いことでした。

——誕生直後の月はかなり深いところまで溶けていて、いわゆるマグマ・オーシャンができていた。それが冷えて地殻が形成されていくときの話ですね。もう少し詳しく説明してください。

地殻の形成に地球の熱が影響

大竹　使ったのは「かぐや」のスペクトルプロファイラ（SP）という装置のデータです。月表面の白っぽい部分は高地と呼ばれ、斜長岩という岩石でできています。この斜長岩に含まれる鉄とマグネシウムの比率を調べました。なぜかというと、マグマから斜長岩ができるときに、最初にできるものほどマグネシウムの比率が高いことが知られていたからです。SPのデータを見ると、月の高地は裏側の真ん中辺りで一番マグネシウムの比率が高く、表側にいくにつれ連続的に低くなっていました。つまり、月の地殻は最初に裏側で作られ、そこから次第に表側にまで広がっていったと考えられるのです。

——これまで提唱されてきた「マグマ・オーシャンの固化説」とは地殻のでき方が異なっていますね。

大竹　これまでは、マグマ・オーシャンは基本的には同心円状に、どこでも同じように固まっていくという考え方でした。しかしそれでは「かぐや」のデータは説明できないのです。

——なぜ、月の裏側で最初に地殻が作られたのでしょう。

大竹　まだ一つの仮説ですが、地球が関係してくると考えています。当時、地球にも同じようにマグマ・オーシャンが存在していました。そうすると、地球を向いている月の表側は、地球からの熱のためになかなか冷えず少しだけ裏側に比べて温度が高くなる。そのため月の表側と裏側の温度差によって月表面に表側から裏側へのマグマの流れができ、表と裏の両方で冷えて斜長岩ができるけれども、それらが裏側に集まって地殻が作られたのではないかと考えています。今後はガンマ線分光計（GRS）のデータで得られたトリウムの量とSPのデータ両方を使って、このような過程があったかどうかを調べようと思っています。先にできた斜長岩ほどトリウムの量が少ないと考えられているからです。

【サウスポール・エイトケン盆地内部の地質】
「かぐや」のMIデータを使って作成したカラー合成画像。色の違いは岩石の種類、白い円や楕円はクレータや盆地を表している。オレンジ色はサウスポール・エイトケンを作った衝突で月の内部物質が掘削、放出された物質を表す。画像中央のやや右下にある大きな白い円で囲まれた領域には円の外側とは異なる種類（色合い）の岩石が分布し、衝突時に高温になって溶けた岩石がたまっていた領域だと推定される。

他天体の進化の基礎情報につながる

——大竹さんが開発した「かぐや」のマルチバンドイメージャ（MI）のデータでは、何が分かりましたか。

大竹　月の裏側に、サウスポール・エイトケンという直径2000kmを超える衝突跡があります。これだけ巨大な衝突跡だと、月のマントル部分まで掘り起こされ、内部の物質が顔を出しているかもしれない。そうであれば、そこを調べればマントルがどのような物質でできているかを知ることができます。

——サウスポール・エイトケンは非常に古い衝突跡なので、その後の多数の衝突で生じた破片に覆われて、古い物質は顔を見せていないという考えがありますね。

大竹　ところがそうではありませんでした。2014年4月に論文で発表しましたが、MIのデータではサウスポール・エイトケンの物質がくっきりと見えています。古い物質がその後の衝突でかき混ぜられている様子も分かります。それらを一つ一つひもといていけば、どの深さにどのような化学組成の物質があったのかが分かるはずで、月全体の化学組成も分かってきます。

——そうなると、何が分かりますか。

大竹　月はジャイアント・インパクトでできたとする説が有力です。原始地球に別の天体が衝突し、地球を取り巻く宇宙空間に飛び散った大量の破片が集積してできたとする説です。月全体の化学組成が分かれば、ジャイアント・インパクトで月を作れるのか、どういう条件のもとで可能なのかを考えることができます。

——月の起源にまで関係してくるわけですね。

大竹　これまで「かぐや」のデータなどによってマグマ・オーシャンが存在していた証拠が見つかっています。マグマ・オーシャンの存在はジャイアント・インパクト説を間接的に支持しているといえますが、実際起こったかどうかやその条件も、「かぐや」のデータではっきりさせたいのです。

——「かぐや」の目的は、月の起源と進化の謎を解き明かすことにあったわけですが、それがだんだん分かってきましたね。

大竹　ミッションが終わって何年もたつので、もうやることがないのではないかと言われるのですが、そんなことはありません。データは膨大で、研究テーマもたくさんあります。

私にとって月の魅力は、地球には残っていない古い時代の情報をたくさん残してくれているというところです。さらに、月について分かったことが、地球、火星、金星、水星など、太陽系の他の固体天体を調べる上での基礎情報にもなるのではないかということです。月を研究すると、太陽系天体の進化の基礎が分かり、それを使って他の天体にアプローチしていけるところがとても面白いと感じています。

【地球の熱が影響し、月の裏側で最初に地殻が作られるという仮説の概念図】

1 地球に向いている表側の温度が裏側に比べて少し高く、月表面に表側から裏側へのマグマの流れができる。

温度高　温度低
最初の地殻ができ始める
表側　裏側

2 この流れに乗って表と裏の両側でできた斜長岩が裏側に移動し、集まって地殻ができ始める。

温度高　温度低
地殻の成長
表側　裏側

3 地殻は裏側から表側に向けて成長を続ける。

4 最終的には表側まで冷えて地殻ができる。

未来づくりの現場から
ミライヅクリノゲンバカラ

月の砂漠にオアシスを 越夜の技術と戦略

1カ月かけて地球の周りを回る月は、常に同じ面を地球に向けている。つまり月の自転周期は公転周期と同じ約1カ月。よって月面はおよそ2週間の昼と2週間の夜が繰り返す世界だ。昼には太陽光の直射で、夜は深宇宙に熱が逃げることでプラス120度〜マイナス200度という極端な温度環境となる。その過酷さに耐え、ミッションを完遂する探査機をどう作ればよいか。そのためのシステム技術、「越夜（えつや）技術」の実現を目指す月・惑星探査プログラムグループの研究開発室を訪ねた。

取材・文：喜多充成（科学技術ライター）

仮説と検証を繰り返して発展してきたのが「科学」だとすれば、高い目標へのチャレンジを繰り返すことで進歩してきたのが「技術」だろう。例えば南極観測隊による昭和基地の建設は、大いなるチャレンジだった。冬場にはマイナス50度、風速60mの吹雪が吹き付ける環境に耐える恒久構造物を組み立てるため、事前に工場で正確な寸法の木質パネルに断熱材や内装も加えたパネルを製作。気温や湿度で伸縮し、しなりも加わる木材をミリ単位の精度に仕上げるには、それまでとはレベルの違う技術が必要とされた。ここで培われた技術がその後のプレハブ工法の普及につながったという。「越冬」という高い目標にチャレンジしたからこそ得られた技術の成果だといえる。

月は昼夜がそれぞれ2週間以上続く

極周辺では長期間の日照が得られ温度もほぼ一定な部分がある

太陽

約2週間

約2週間

中低緯度では2週間にわたる夜間に電力を供給する必要がある

中低緯度では昼間は高温で放熱が難しい

さて、本稿のテーマは「越夜」である。舞台となる場所は、南極よりさらに過酷な地――、月だ。

月面環境を模擬する真空チャンバのフタに手を添えて解説するのは、研究開発室の星野健室長。

「ネットで検索していただくと分かりますが、越夜という言葉が登場するのは2003年ごろ以降です。私たちの研究チームが言い続けていたら、いろんな人が使うようになりました。最近では諸外国でも〝着陸、移動、越夜が月面探査の3大テーマ〟と言っています」

調布航空宇宙センターにある実験室には、真空チャンバが3基ある。

「直径40cmと直径1mの小さなチャンバで経験を積んで、どのような部品なら夜を乗りきれるか、どのように組み上げれば問題が生じないか、モジュールレベルでは多くの知見を得ていました。トランジスタ、コンデンサ、ダイオード、リチウムイオン二次電池やマイクロスイッチなど部品レベルの試験だけでなく、それら基板の上に実際にハンダ付けした状態での実験を重ねてきたわけです」

最も新しい直径1.5mのチャンバは、深さも1.5mの円筒容器。底部は月面の温度変化などを模擬できる仕組みになっている。側壁は2重構造となっており、隙間を液体窒素で満たし内部を極低温に保つ。さらにフタの頂部にはガラス窓があり、ここを通してキセノンランプの模擬太陽光を照射する。極低温だけでなく、昼間の高温環境も再現することができる設備だ。

「この1.5mチャンバで高温環境も試せるようになり、越夜は昼への対応も大切だということが改めて分かった。耐冷だけではなく耐熱・放熱も大きな課題だったのです。日本では、月面探査や月面基地建設に向けた大きな予算が付いているわけではないので、細々と地道に積み重ねて、ここまでこぎつけました」

直径1m（上）、1.5m（下）の真空チャンバ。極低温の月面を模擬できるということは、当然ながら小惑星近傍の環境も模擬できる。「はやぶさ２」の搭載機器・モジュールの試験でも設備はフル稼働した

アポロ計画の有人ミッションでは、まだ温度の低い明け方に到着し、午前中に月面を離れるようスケジュールが組まれていたため、熱の問題は回避できていた。極低温の夜を乗り切るために、月面に設置された観測機器は原子力電池で電力をまかない、ヒーターで機器を保温するなどして昼夜の観測を行った。工学的には原子力電池が正解の一つだが、「社会的コンセンサスを得るのは極めて難しい」（星野室長）との認識から、リチウムイオン二次電池の高性能化と、燃料電池の高度化を当面のテーマとしている。

「二次電池では、充放電サイクルの回数は少なくてもいいから容量の大きいものを開発できないかと、電池メーカーさんと話を進めています。燃料電池のほうは、JAXAで飛行船用などに研究開発を進めてきた完全密閉型の再生型燃料電池の技術をベースに、宇宙仕様のものを作れないか、検討を進めています。昼間の太陽電池の電力で水を電気分解して水素と酸素の形で蓄積、夜間は逆の反応で発電というプロセスを完全密閉された容器の中で行うものです。容積を抑えるため内部を300気圧の高圧に保ちたいが、燃料電池の心臓部は高分子樹脂の薄い膜なので、圧力制御も難度が高いのです」

実現に向けた技術的なハードルと、どのようなチャレンジが必要かが明らかになりつつある段階だ。

月面で独自の探査機を走らせるというプロジェクトに、いつゴーサインが出るのか。そもそもスタートできるのか。不確かなゴールに向けて努力を続けて来られたのは、足元を見たとき一歩一歩進んでいる実感があるからなのかもしれない。

「ローバや観測ステーションに電力や通信を供給するインフラ的な機能を果たすモジュールも重要な開発テーマの一つ。いわば月の砂漠のオアシスです。こうした機器が協調しながら探査ミッションを遂行するイメージです」

再び目線を上げると、あんなに遠くに見えていた月が意外に近くに見えるような気がする――。少なくとも越夜技術というシステム技術の枠の中でいえば、「月面に着陸直前まで来ている」（星野室長）のだという。

越夜システム

観測機器

探査のイメージ。図中の「越夜システム」が、電力通信のインフラを他のモジュールに供給する。いわば、月の砂漠のオアシスだ

フロンティアへの挑戦
産業振興
安全保障防災

安全保障
防災

産業振興

フロンティアへの挑戦

飛行状況再現、乱気流検知、着氷防止
現場の声が空の安全を生み出す

航空機が安全に飛行するための技術研究は、JAXAの重要なミッションの一つ。その技術を確立するためには、エアラインなど航空関連企業の協力が不可欠だ。日本航空株式会社を訪ね、航空機の安全運航技術に関するJAXAとの共同研究や、今後JAXAに期待する技術について話を聞いた。

取材：寺門和夫（科学ジャーナリスト）

自らの飛行を動画でチェックパイロットを支える「DRAP」

JAXA航空本部は、航空機の安全な運航を実現するために、さまざまな技術の研究開発を行っている。なかでもエアライン（航空会社）は、毎日航空機を運用している立場であり、安全運航技術を確立するにあたっては、エアラインとの共同研究やレビューがとても重要だ。

日本航空株式会社（JAL）との共同研究によって確立した安全運航技術に、「日常運航データ再生ツール DRAP」がある。DRAP（Data Review and Analysis Program）は、大型旅客機に搭載されているQAR※1という装置に記録された高度や速度、機体の姿勢など数百項目に及ぶデータを利用して、旅客機の飛行状況を三次元のCGアニメーションで再現するソフトウエアだ。DRAPを利用して、離陸から着陸までの機体の状態や操作の状況を客観的な視点で再現し、他のパイロットとの情報共有や自分の操作・行動を再確認することによって、運航の安全性を高めることができる。

JALとJAXA航空本部とのDRAP共同研究は、1999年から開始され2000年には試作品の運用評価が行われた。共同研究が行われる前は、記録したデータを表形式で出力し解析を行っていたが、より直感的に理解するために三次元CG化のニーズはあった。その当時、JAL独自でも三次元CG化を試みていたが、使い勝手が良くなかったという。

日本航空の蔵橋隆志機長は、「自分のフライトで、このとき何ノットだった、スラストの動きはどうだった、フラップギアはどういうふうに操作していたといったことを、動画で見ることができたのは本当に驚きでしたし、自己研さんに生かせるものでした」と、DRAPの初印象を振り返る。

現在もいくつかの分野において、JALとJAXA航空本部との協力関係の下で研究開発が行われている。飛行中、航空機の前方に発生した乱気流を検知するための技術、「乱気流事故防止機体技術実証（SafeAvio）」もその一つだ。SafeAvioは、ドップラーライダー※2によって前方のエアロゾル（塵や水滴、砂粒など、空気中を浮遊する微細な粒子）の動きを計測し、通常とは異なる乱れた空気の流れ（乱気流）を検知した場合に警告を発するシステムだ。これまでのレーダーとは違い、雨雲などがない晴天時の乱気流も検知できる。

「空気は見えない上に三次元で変化するので、乱気流への対応は非常に苦労しています。昔からの課題です」と、宮地秀明機長。高速で飛行している際には、前方に乱気流があると分かっても回避することは難しいが、シートベルトサインを点灯させるなどして乗客に注意を促せば、乱気流に伴う機体の揺れによる乗客の怪我などを防ぐことができるようになる。「乱気流が事前に検知できれば、対応への余裕もでき、われわれパイロットの負担も少なくなります」と、そのメリットを語った。

SafeAvioの共同研究では、研究者とエアライン、機器を製造するメーカーなどの関係者が集まる場を設定し、そこで情報を共有しながら開発に生かしている。中島徳顕マネジャーは、「旅客機での飛行試験はまだ先の予定ですが、エアラインの運航経験や実際の飛行データを提供したり、具体的に検知したい項目内容やどんなふうに見えたら分かりやすいかなどを提示して議論を進める予定です」と語る。

上:「DRAP」の表示画面例。飛行記録データから飛行状況を動画で再現できる（画像提供:JAL）
下:ドップラーライダーで前方に発生した乱気流を検知し、危険を回避する「SafeAvio」

現場のニーズと宇宙航空技術を組み合わせ、空の安全を実現

また、今後共同研究が検討されている技術としては、冬場に飛行する際、機体の安全性を効率的に維持するための「機体安全性マネジメント技術」が挙げられる。冬の飛行で危険なことは、降雪などによって機体や滑走路が凍結してしまうことだ。例えば、機体に氷が付く（着氷する）と、揚力が減る、空気抵抗が大きくなるなどして、機体のコントロールが難しくなるのだ。

JAXA航空本部が研究を進めている機体安全性マネジメント技術には、機体の着氷状態をモニタリングしたり機体に特殊な素材をコーティングすることで着氷を防ぐ「防着氷技術」や滑走路上の雪や氷をモニタリングする「滑走路雪氷モニタリング技術」などがある。

「現状の運航では、着氷の危険性がある場合に凍結防止剤などを散布し凍結を防いでいますが、有効時間が決まっているんです。有効時間が長く、しっかり氷を溶かしてくれるような技術ができたら本当に助かります」と岡島泰彦機長は語る。

エアラインとの共同研究について述べてきたが、実際に旅客機を飛ばす現場から、今後JAXAに期待することにはどんなものがあるだろうか。

中島マネジャーは、「現在、航空事故の原因の多くが乱気流なので、やはり乱気流に対応する技術に期待していま す」と語る。また、パイロットの疲労度や覚醒度を計測する技術についても、JAXAの持つ宇宙飛行士の健康管理技術などの経験が生かせるのではないかという意見も出た。安全で快適な空の旅を実現するために、JAXAでは今後も現場のニーズを積極的に吸収し、宇宙航空技術と組み合わせた研究開発を進めていく。

機体主翼の着氷例（上 ©NASA）と、特殊なコーティングによって水がはじかれている様子（下）

左から、日本航空株式会社安全推進本部安全企画グループ 中島徳顕マネジャー、岡島泰彦調査役機長、宮地秀明調査役機長、蔵橋隆志調査役機長

※1 Quick Access Recorder。長時間にわたってさまざまな飛行データを記録する装置。　※2 照射したレーザーの反射光から、波長変化によって対象物の位置などを検出する装置。

「宇宙博2014」開幕！

「宇宙博2014── NASA・JAXAの挑戦」は、世界各国を巡回しているNASA公認の展覧会"NASA A HUMAN ADVENTURE"をアジアで初めて開催するもので、JAXAも共催して幕張メッセの国際展示場で開かれています。

「ファン！ファン！JAXA！」でも展示レポートを掲載しています。http://fanfun.jaxa.jp/
実物大の「きぼう」模型の窓辺で宇宙飛行士気分を満喫中のホシモ

実物や模型で宇宙開発の歴史をたどる

NASAの展示は実物大模型が中心で、米ソ冷戦体制下で技術力の象徴として急ピッチで進められた宇宙開発について、特に有人宇宙開発に重点を置いて展示してあります。アポロ17号の司令船（実物大模型）とパラシュート（実物）、月着陸船のコックピット（実物大模型）、月面車（実物大模型）などのアポロ計画関連やスペースシャトルのコックピット部分（実物大模型）など、どれも大きく見応えがあります。

もちろんNASAの展示なので紹介の仕方もアメリカ寄りとなりますが、ロケット理論の確立に始まり、人工衛星の打ち上げ、動物を乗せての宇宙飛行、地球重力圏の離脱、月面への衝突、月の裏側の撮影、有人宇宙飛行、宇宙遊泳、月面への軟着陸、無人月サンプルリターン、月面探査車、宇宙ステーションの建設などはどれも旧ソ連が先行していたことは忘れてはいけませんし、同様に尊敬されるべきことです。

火星探査のコーナーもあり、現在火星で探査を行っている「キュリオシティ」の精巧な実物大模型が展示されています。

一方、今回の日本での公開に合わせて新規に作製したJAXAの展示部分は対極的です。例えば歴史のコーナーを構成するペンシルロケット（実物）やベビーロケット（実物）、L-4Sロケット6号機部品（実物）などはどれも小さなものですが、低予算かつ軍事技術と一線を画しながら進められてきた日本の宇宙開発を象徴しています。L-4Sロケット5号機で日本初の人工衛星「おおすみ」が打ち上げられたのが1970年2月11日。ペンシルロケットから15年後、そしてアポロ11号による有人の月往復から遅れること約半年後のことでした。そしてそのさらに15年後の1985年に日本は、旧ソ連（Vega 1、2）、ヨーロッパ（Giotto）、アメリカ（ICEと1986年のチャレンジャー事故により失われたSpartan Halley）に交じって「さきがけ」「すいせい」でハレー彗星の国際共同観測に加わることになるのです。この取り組みはさらに1998年打ち上げの火星探査機「のぞみ」を経て、2003年打ち上げの小惑星探査機「はやぶさ」へとつながっていきます。

往還機や月面基地など将来構想も

会場には、ふだんJAXA相模原キャンパス展示室に飾られている「はやぶさ」と、向かいの相模原市立博物館に展示されている「のぞみ」の、構造モデルをベースに作られた実物大模型が、お色直しされて展示されています。一般的に失敗と語られることの多い「のぞみ」は、「はやぶさ」の成功につながる大きな教訓を遺しており、これらが並んで展示されるのは初めてのことです。「はやぶさ」が持ち帰った小惑星イトカワの微粒子も展示されています。

その他にも世界初の小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」の帆（実物）や、初公開となるベピコロンボ計画での水星磁気圏探査機「MMO」の熱構造モデル、各種の天文観測衛星の模型など、日本の宇宙科学の歴史や現状が概観できます。

JAXA展示のもう一つの目玉は「きぼう」日本実験棟の実物大模型で、国際協力による宇宙開発を象徴する展示となっています。その他にもLE-7やLE-7Aエンジン（実物）や、イプシロンロケットのサブサイズモーター（地上燃焼試験済みの実物）、再使用ロケット（飛行可能な実物）など、ロケット系の展示も盛りだくさんです。

宇宙開発とは別に宇宙の研究に関するコーナーもあり、国立天文台からはチリのアタカマ高地で本格運用を開始したアタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計（ALMA）やハワイのマウナケア山に建設予定のTMT望遠鏡などに関連する展示が、また国立極地研究所からは月や火星から飛来し南極に落下した貴重な隕石が展示されています。

最後のコーナーは「未来の宇宙開発エリア」で、JAXAは宇宙からの太陽光発電構想やデブリ除去衛星の紹介をしています。その他、民間主導の将来構想としてまもなく実現される見通しの、民間によるサブオービタル宇宙旅行のための往還機や、民間の宇宙ステーション、宇宙エレベーター、月面基地構想などが展示され今後に期待がかかります。

ありがたいことに多くのメディアにも取り上げられ、私自身もNHKラジオ第1放送の「子ども科学電話相談」やニコニコ生放送に現地から出演したりと、協力しています。今回の機会をお見逃しなく！

阪本成一
SAKAMOTO Seiichi
宇宙科学研究所教授／宇宙科学広報・普及主幹
国立天文台などが運用するアタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計（ALMA）とともに。「8月1日付で国立天文台チリ観測所（三鷹勤務）の教授として異動することになりました。これまで宇宙広報レポートをご愛読いただきありがとうございました」

JAXA最前線

元旦に「きぼう」日本実験棟で書いた書初めを手にする若田宇宙飛行士
画像:JAXA/NASA

INFORMATION 1

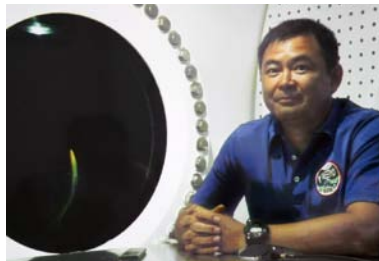
若田宇宙飛行士 地球帰還後 日本へ初めて帰国

2014年5月14日に、約半年間の長期滞在を経て地球に帰還した若田光一宇宙飛行士は、米国やロシアでの各種デブリーフィングなどに参加した後、7月27日に日本へ一時帰国しました。今後は表敬訪問や一般向けの帰国報告会を予定しています。

●帰国報告会開催地のご案内
http://iss.jaxa.jp/topics/2014/07/140704_briefing_venue.html

INFORMATION 2

星出宇宙飛行士 NEEMO18参加

2014年7月21日から第18回NASA極限環境ミッション運用（NEEMO18）訓練が行われ、星出彰彦宇宙飛行士がコマンダー（船長）を務めました。ミッション期間は9日間で、米国フロリダ州タバナー沖にある、「アクエリアス」と呼ばれる海底実験室で行われました。NEEMO訓練では集団で数日間に渡ってミッションを遂行し、リーダーシップ、自己管理能力、チームワーク形成能力やコミュニケーションの向上を目指します。また、地上と隔離された状態で行われる機器ツールの検証は、火星や小惑星などの将来探査計画に向けて役立てられます。訓練開始3日目の24日の会見で星出宇宙飛行士は、「今回のチームで自分だけがISS搭乗経験があるので、他のクルーにISSとの類似点を理解してもらうよう努めています。また、みんなが楽しく、うまくチーム力を引き出せるような雰囲気作りを行っています。船長としては、安全の確保やミッション遂行のために決断をする責任があり、自分なりのカラーを出していきたいです」と意気込みを述べました。翌25日にはインターネットライブ配信を通じて一般視聴者からの質問に答えたり、「アクエリアス」内を案内しました。

「アクエリアス」内で会見に応じる星出宇宙飛行士

今年の夏は宇宙関連のイベントが目白押しで、宇宙を満喫するにはとてもいい催しがたくさん開催されます。宇宙開発を歴史から将来までがっちり見るには「宇宙博2014」、宇宙の仕事を体験するには「カンドゥー・スペースセンター」、宇宙から見たきれいな地球を体験するには「TeNQ」、芸術的な感動を求めるのならば東京都現代美術館を訪れてください。そして、若田宇宙飛行士のISS船長としての体験も国内各地の報告会で聞くことができます。また、女性の活躍が日本経済の発展のために期待されているなか、宇宙飛行士としてだけではなく宇宙医学研究の発展のために活躍している向井千秋宇宙飛行士ですが、アジアの女性として初めてスペースシャトルに搭乗し宇宙実験を行ってから、今年の夏でちょうど20周年となりました。20年前のそのとき、私はNASAの地上管制所から向井宇宙飛行士やNASAの宇宙飛行士がスペースシャトルの中で行っている実験を見守っていたことを、今、懐かしく思い出しています。（広報部長 上垣内茂樹）

●内容についてのご意見・お問い合わせ先
JAXA広報部（proffice@jaxa.jp）
https://ssl.tksc.jaxa.jp/space/inquiries/index_j.html

JAXA's
宇宙航空研究開発機構機関誌 No.057

発行責任者●JAXA（宇宙航空研究開発機構）
広報部長　上垣内 茂樹
編集制作●一般財団法人日本宇宙フォーラム
デザイン●Better Days
印刷製本●株式会社ビー・シー・シー

2014年8月1日発行

夏休みは宇宙で過ごそう

本誌でご紹介している「宇宙博2014」(8～11ページ、18ページ)以外にも、
今年の夏はJAXAが協力する展示やイベントが盛りだくさん。夏休みを利用してぜひご来場いただき、
アートから打ち上げ体験まで、多彩な宇宙をお楽しみください。

ミッション［宇宙×芸術］——コスモロジーを超えて

JAXAが実施した「きぼう」日本実験棟での芸術実験をはじめとするアートインスタレーション、人工衛星やロケットの部品(フェアリング)などの宇宙領域資料、宇宙に関わる文学、マンガやアニメーションなどのエンターテインメント領域、参加体験型作品の展示やトーク＆イベントを通じて宇宙を体験できます。

会場:東京都現代美術館
開催期間:開催中～8月31日(日)
詳細はこちらから
http://www.mot-art-museum.jp/exhibition/cosmology.html

カンドゥー・スペースセンター「JAXA職員のお仕事体験」

お仕事体験テーマパーク「カンドゥー」に、JAXA全面協力の「カンドゥー・スペースセンター」が2014年6月1日にオープンしました。キッズクルーのミッションは、国際宇宙ステーションに向けて、補給船「こうのとり」を乗せたH-IIBロケットを打ち上げること。6名1組となり、チームワークでミッションを成功に導きます。

施設:カンドゥー幕張新都心
詳細はこちらから
http://www.kandu.co.jp/category10/jaxa_ksc_open/

東京に空いた宇宙の穴～TeNQ

2014年7月8日、東京ドームシティにオープンした宇宙ミュージアム「TeNQ」は、9つのエリアを巡りながら最先端のサイエンスや宇宙からインスピレーションを受けたカルチャーを楽しめるエンターテインメント・ミュージアムです。直径11mの大きな穴が開いた「シアター宙」では、国際宇宙ステーションから見下ろした地球の実写映像など迫力の映像を、宇宙から眺める感覚で楽しむことができます。

施設:東京ドームシティ 宇宙ミュージアム「TeNQ」
詳細はこちらから
http://www.tokyo-dome.co.jp/tenq/

「JAXA's」配送サービスをご利用ください。

ご自宅や職場など、ご指定の場所へ「JAXA's」を配送します。本サービスご利用には、配送に要する実費をご負担いただくことになります。詳しくは下記ウェブサイトをご覧ください。
http://www.jaxas.jp/
●お問い合わせ先
一般財団法人日本宇宙フォーラム
広報・調査事業部 「JAXA's」配送サービス窓口
TEL:03-6206-4902

JAXA Explore to Realize
宇宙航空研究開発機構
Japan Aerospace Exploration Agency

広報部 〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6
御茶ノ水ソラシティ
TEL:03-5289-3650 FAX:03-3258-5051

JAXAウェブサイト http://www.jaxa.jp/
メールサービス http://fanfun.jaxa.jp/media/mail/
JAXA's配送サービス http://www.jaxas.jp/